

**PUB-NO:** DE019745966C1

**DOCUMENT-  
IDENTIFIER:** DE 19745966 C1

**TITLE:** Low ohmic resistive layer of copper@-  
nickel@ alloy

**PUBN-DATE:** October 29, 1998

**INVENTOR-INFORMATION:**

| NAME                   | COUNTRY |
|------------------------|---------|
| BRUECKNER, WINFRIED DR | DE      |
| REISS, GUENTER DR      | DE      |
| BAUNACK, STEFAN DR     | DE      |
| VOGEL, REGINA          | DE      |

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

| NAME                        | COUNTRY |
|-----------------------------|---------|
| DRESDEN EV INST FESTKOERPER | DE      |

**APPL-NO:** DE19745966

**APPL-DATE:** October 17, 1997

**PRIORITY-DATA:** DE19745966A (October 17, 1997)

**INT-CL (IPC):** H01C007/06 , H01C017/08 , C23C014/14

**EUR-CL C23C014/14 , H01C007/06 , H01C017/08 ,  
(EPC): H01C017/26**

**ABSTRACT:**

**CHG DATE=19990905 STATUS=O>A low ohmic resistive layer, with adjustable low temperature coefficient of resistance (TCR), consists of a Cu-Ni based alloy applied without underlying and/or cover layers onto a substrate, the TCR being determined by the thickness of an oxide layer formed on the resistive layer. Preferably, the resistive layer comprises a sputter deposited alloy containing 30-60 wt.% Ni, 40-70 wt.% Cu and optionally up to 10 wt.% total of one or more transition metals and the oxide layer is formed to a thickness of 1-20% of the total layer thickness by heat treating at 300-500 deg C in an oxygen-containing atmosphere.**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 197 45 966 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 C 7/06**  
H 01 C 17/08  
C 23 C 14/14

②① Aktenzeichen: 197 45 966.8-34  
②② Anmeldetag: 17. 10. 97  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 10. 98

DE 197 45 966 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Institut für Festkörper- und Werkstofforschung  
Dresden e.V., 01069 Dresden, DE

⑦② Erfinder:

Brückner, Winfried, Dr.habil., 01307 Dresden, DE;  
Reiss, Günter, Dr.habil., 33602 Bielefeld, DE;  
Baunack, Stefan, Dr., 01159 Dresden, DE; Vogel,  
Regina, 01169 Dresden, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DD 2 92 340 A5

NISHINO, I. (u.a.): Evaluation of Cu-Ni Alloy  
as a Material of Thin Film Resistors. In: The  
International Journal for Hybrid Microelec-  
tronics, Vol. 8, Number 1, March 1985, S. 18-23;  
BRÜCKNER, W. (u.a.): Adjustment of temperature  
coefficient of resistance in NiCr/CuNi(Mn)/NiCr  
films. In: J.Appl.Phys. 79 (11), 1 June 1996,  
S. 8516-8520;

⑤④ Niederohmige Widerstandsschicht

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine niederohmige Widerstands-  
schicht mit einstellbarem kleinen Temperaturkoeffizien-  
ten des elektrischen Widerstands (TKR).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine niederoh-  
mige Widerstandsschicht auf CuNi-Basis zu schaffen, die  
als Einzelschicht, d. h. ohne eine Unterlage- und/oder  
Deckschicht aus dem System Ni und Cr, einen einstellba-  
ren kleinen TKR ermöglicht.

Erfindungsgemäß besteht die Widerstandsschicht aus ei-  
ner CuNi-Basis-Legierung, die unter Vermeidung einer  
Unterlage- und/oder Deckschicht auf einem Trägerkörper  
aufgebracht ist, wobei auf der Widerstandsschicht eine  
Oxidschicht erzeugt ist. Über die Oxidschichtdicke kann  
der TKR eingestellt werden. Mit zunehmender Oxid-  
schichtdicke verschiebt sich der TKR von negativen Wer-  
ten, wie sie zunächst nach der Schichtabscheidung vor-  
handen sind, zu positiven Werten.

Die Schicht ist beispielsweise für Chipwiderstände und  
Axialwiderstände anwendbar.

DE 197 45 966 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Elektrotechnik/Elektronik und betrifft eine niederohmige Widerstandsschicht mit einstellbarem kleinen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands (TKR). Die Schicht ist beispielsweise für Chipwiderstände und Axialwiderstände anwendbar.

Es sind bereits verschiedene Legierungen und Schichtsysteme für niederohmige Widerstandsschichten bekannt. Die vielfach benutzten NiCr-Schichten eignen sich gut für Flächenwiderstände größer als 5 Ohm/q, nicht aber für Werte darunter. Für diesen Bereich sind auch Niederohmwiderstandsschichten auf CuNi-Basis bekannt (J. Nishino, Y. Ichinose, Y. Sorimachi und I. Tsubata, Int. J. Hybrid Microelectron. 8, 1, 5, 12 (1985)).

Bekannt sind auch Niederohmwiderstandsschichten auf CuNi-Basis mit geringen Anteilen von Übergangsmetallen, beispielsweise mit 1% Mn (DD 292 340). Die Schichten können durch Sputtern auf ein isolierendes Substrat, z. B. auf Aluminiumoxid-Keramik oder oxidierten Si-Scheiben, abgeschieden werden. Die Schichten besitzen eine Unterlage- und/oder Deckschicht aus NiCr.

Für Widerstandsschichten, die Präzisionsanforderungen genügen sollen, ist ein kleiner TKR erforderlich. Dabei sollte der TKR-Wert einstellbar veränderlich sein, um ihn speziellen Anwenderanforderungen anpassen zu können oder um Kontakt- und andere Einflüsse auf den TKR korrigieren zu können.

Die TKR-Einstellung wird meist über eine Wärmebehandlung deutlich oberhalb der maximalen Einsatztemperatur realisiert. Diese Wärmebehandlung erfolgt in inerte oder reduzierender Atmosphäre, z. B. in einem Formiergas, das aus einem Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch besteht (DD 292 340).

Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen an CuNiMn-Einzelschichten der Zusammensetzung  $\text{Cu}_{57}\text{Ni}_{42}\text{Mn}_1$  (W. Brückner, St. Baunack, D. Elefant und G. Reiss, J. Appl. Phys. 79, S. 8516 (1996)) haben ergeben, daß bei Wärmebehandlung in Formiergas bis 550°C praktisch keine Änderung des TKR auftritt und daß es erst durch die Unterlage- und/oder Deckschicht aus NiCr möglich wird, eine Verschiebung des TKR bei einer Wärmebehandlung zu erreichen. Der TKR der abgeschiedenen Schicht ist negativ, er verschiebt sich durch die Wärmebehandlung zu positiven Werten. Dabei gibt es Reaktionen zwischen den zwei Teilschichten NiCr und CuNi (Mn).

Nachteilig hierbei ist, daß das niederohmige Widerstandsschichtmaterial nur in Verbindung mit NiCr-Unterlage- und/oder Deckschichten die Einstellung eines kleinen TKR-Wertes ermöglicht. Durch die notwendige Abscheidung eines Schichtsystems entsteht ein hoher Aufwand bei der Beschichtung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine niederohmige Widerstandsschicht auf CuNi-Basis zu schaffen, die als Einzelschicht, d. h. ohne eine Unterlage- und/oder Deckschicht aus dem System Ni und Cr, einen einstellbaren kleinen TKR ermöglicht.

Diese Aufgabe ist mit der in den Patentansprüchen beschriebenen Widerstandsschicht gelöst.

Dabei besteht die erfindungsgemäße Widerstandsschicht aus einer CuNi-Basis-Legierung, die unter Vermeidung einer Unterlage- und/oder Deckschicht auf einem Trägerkörper aufgebracht ist, wobei auf der Widerstandsschicht eine Oxidschicht erzeugt ist. Über die Oxidschichtdicke kann der TKR eingestellt werden. Mit zunehmender Oxidschichtdicke verschiebt sich der TKR von negativen Werten, wie sie zunächst nach der Schichtabscheidung vorhanden sind,

zu positiven Werten.

Die CuNi-Basis-Legierung kann zweckmäßigerweise 30 bis 60 Gew.-% Ni, 40 bis 70 Gew.-% Cu und einen möglichen Zusatz von insgesamt bis zu 10 Gew.-% eines oder mehrerer Übergangsmetalle enthalten. Die Schicht kann aus der Legierung mittels Sputtern auf dem Trägerkörper erzeugt worden sein.

Die Oxidschicht kann mittels einer Wärmebehandlung im Temperaturbereich von 300 bis 500°C in sauerstoffhaltiger Atmosphäre gebildet worden sein. Als sauerstoffhaltige Atmosphäre kann Luft, ein Inertgas mit Sauerstoff- oder Luftzugabe oder auch ein technisches Inertgas mit Restsauerstoff verwendet werden.

Die Dicke der Oxidschicht kann 1% bis 20% der gesamten Schichtdicke betragen.

Der Vorteil der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik besteht darin, daß nur eine Einzelschicht aus einem Material auf CuNi-Basis abgeschieden zu werden braucht. Dadurch wird gegenüber der Mehrschichtabscheidung mit zusätzlichem NiCr eine apparative und technologische Vereinfachung erreicht, wenn eine niederohmige Widerstandsschicht mit einem einstellbaren kleinen TKR benötigt wird.

Die Erfindung ist nachfolgend an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Eine CuNiMn-Einzelschicht der Zusammensetzung  $\text{Cu}_{59}\text{Ni}_{40}\text{Mn}_1$  wird durch Sputtern auf einem oxidierten Silizium-Substrat hergestellt. Die erzeugte Schicht besitzt eine Dicke von 410 nm, einen Flächenwiderstand von 1,25 Ohm/q und einen TKR-Wert von -54 ppm/K. Nach einer Wärmebehandlung in Argon mit einem Zusatz von 50 vol.-ppm Luft bei 400°C über 0,5 h hat sich auf der Schicht eine Oxidschicht aus dem Schichtmaterial gebildet, die eine Dicke von  $\approx 30$  nm besitzt. Der Flächenwiderstand hat sich um etwa 5% verringert, der TKR-Wert beträgt +5 ppm/K.

#### Patentansprüche

1. Niederohmige Widerstandsschicht mit einstellbarem kleinen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands TKR, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Widerstandsschicht aus einer CuNi-Basis-Legierung besteht, die unter Vermeidung einer Unterlage- und/oder Deckschicht auf einem Trägerkörper aufgebracht ist, wobei auf der Widerstandsschicht eine Oxidschicht erzeugt ist, deren Dicke den TKR bestimmt.
2. Niederohmige Widerstandsschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die CuNi-Basis-Legierung 30 bis 60 Gew.-% Ni, 40 bis 70 Gew.-% Cu und einen möglichen Zusatz von insgesamt bis zu 10 Gew.-% eines oder mehrerer Übergangsmetalle enthält.
3. Niederohmige Widerstandsschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die CuNi-Schicht mittels Sputtern auf dem Trägerkörper erzeugt ist.
4. Niederohmige Widerstandsschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidschicht mittels einer Wärmebehandlung im Temperaturbereich von 300 bis 500°C in sauerstoffhaltiger Atmosphäre gebildet ist.
5. Niederohmige Widerstandsschicht nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Oxidschicht 1% bis 20% der gesamten Schichtdicke beträgt.